

تشخیص افتراقی سه گونه از بارناکل‌های مناطق بین کشندی جزیره خارگ (خلیج فارس) با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره

- فرید فرمهینی‌فراهانی: گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی ورامین، ایران
- مریم عیدی*: گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی ورامین، ایران
- آریا اشجع اردلان: گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، صندوق پستی: ۱۸۱-۱۹۷۳۵
تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۶

چکیده

هدف از مطالعه حاضر، تشخیص افتراقی بارناکل‌های مناطق بین کشندی جزیره خارگ توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره بود. نمونه‌برداری بارناکل‌ها در فصول زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵ (هر فصل یک‌بار) و از پنج ایستگاه در مناطق بین کشندی جزیره خارگ و عمق کم‌تر از یک متر انجام شد. نمونه‌ها بلافاصله فریز شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از مطالعه مورفومتیک، نمونه‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره مورد بررسی قرار گرفتند. در این مطالعه سه گونه شناسایی شد که بیش‌ترین حضور این گونه‌ها در نواحی بالادست مناطق بین کشندی بود. این گونه‌ها متعلق به فوق‌راسته Thoracica، راسته Sessilia و زیرراسته Balanomorpha و خانواده‌های Balanidae، Tetraclitidae و Chthamalidae می‌باشند. پوسته گونه *Amphibalanus amphitrite* دارای ۶ صفحه آهکی مجزا و سطح خارجی صفحات تقریباً صاف بود. پوسته گونه *Chthamalus barnesi* دارای ۶ صفحه آهکی بود که خطوط رشد به‌خوبی در آن‌ها مشخص است. پوسته گونه *Tetraclita rufotincta* دارای ۴ صفحه آهکی است که شیار بین آن‌ها واضح نبوده و تزئینات شعاعی از محیط به مرکز در پوسته به‌خوبی مشاهده شده و خطوط رشد در صفحات قابل مشاهده است. بنابراین، بررسی بارناکل‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره روش مناسبی برای شناسایی دقیق‌تر آن‌ها می‌باشد.

کلمات کلیدی: بارناکل، منطقه بین کشندی، جزیره خارگ، خلیج فارس، میکروسکوپ الکترونی نگاره



مقدمه

جزیره خارگ، در کشور ایران، در شمال غربی خلیج فارس واقع شده که آب و هوایی گرم و مرطوب دارد. وجود آبنگ‌های مرجانی، سواحل صخره‌ای، در کنار پوشش گیاهی بومی و حیات وحش ساکن در این جزیره موجب تنوع گونه‌ای فراوانی شده است (سرفراز و تیموری، ۱۳۸۸). بارناکل‌ها از موجودات غالب می‌باشند که دارای پراکنش جهانی بوده و با زندگی به صورت ساکن و چسبیده سازش یافته‌اند (Hellio و Marechal، ۲۰۱۱). کشتی چسب یا بارناکل نام گروهی از جانوران بندپا از فرورده مژه‌پایان است که به زیرشاخه سخت‌پوستان، رده آرواره‌پایان تعلق داشته و بنابراین از بستگان دور خرچنگ‌های دریایی به‌شمار می‌آید (سواری و همکاران، ۱۳۹۱). دامنه پراکنش بارناکل‌ها موجب شده تا به‌عنوان موجودات با اهمیت اکولوژیکی برای مطالعه تاثیر فاکتورهای محیطی هم‌چون شوری، دما، نور و آلاینده‌ها در نظر گرفته شوند (Nasrolahi و همکاران، ۲۰۱۲). بارناکل‌ها موجودات ساکن فیلترکننده با قابلیت تجمع زیستی فلزات نادر و سنگین هستند (Rainbow، ۲۰۰۷). حرکت محدود، واکنش به انواع استرس‌های محیطی و انعکاس تغییرات محیط در طول زمان موجب شده تا عملاً بارناکل‌ها به‌عنوان پایشگرهای قابل اطمینان برای سنجش وضع زیستی دریا تلقی شوند (Blackmore، ۱۹۹۸). این گروه از سخت‌پوستان تنوع فوق‌العاده بالایی را از نظر ریخت‌شناسی نشان می‌دهند (Chan و همکاران، ۲۰۰۹). آن‌ها با توجه به نوع گونه، بسترهای مختلفی را برای استقرار و ادامه زندگی انتخاب می‌کنند. این بسترها طیف وسیعی از مواد جامد موجود در محیط‌های آبی شامل صخره‌های بین جزر و مدی تا آب‌های عمیق، اجسام غرق شده یا معلق روی آب، سازه‌های ساحلی و دریایی، بدنه کشتی‌ها و قایق‌ها، تورهای ماهیگیری، درون بافت اسفنج‌ها، درون یا روی بافت مرجان‌ها، کاراپاس خرچنگ‌ها و لاک‌پشت‌ها، صدف نرم‌تنان، برگ، ساقه و ریشه گیاهان، پوست جانوران دریایی مثل ماهی‌ها، مارهای دریایی و وال‌ها و یا حتی آبشش ماهی‌ها، خرچنگ‌ها و شاه‌میگوها را در بر می‌گیرند (Anderson، ۱۹۹۴). بارناکل‌ها یکی از عوامل مهم رسوب زیستی در سواحل یا بدنه کشتی‌ها که موجب انباشت حیات دریایی روی بدنه کشتی‌ها، کاراپاس خرچنگ و دیگر سطوح شده و کشتش کشتی‌ها روی این محیط‌ها را افزایش می‌دهند. این کشف در تولید چسب‌های زیستی نقش داشته و به ساخت پوشش‌های ضدلک جدید به‌خصوص برای کشتی‌ها کمک می‌کند (Tahir و همکاران، ۲۰۱۱). بارناکل‌ها از نظر اقتصادی می‌توانند جنبه مثبت یا منفی برای انسان داشته باشند و از جمله گروه‌های مهم مخرب زیستی هستند که مشکلاتی را برای صنایع دریایی ایجاد می‌کنند و سالانه باعث زیان‌های اقتصادی فراوانی

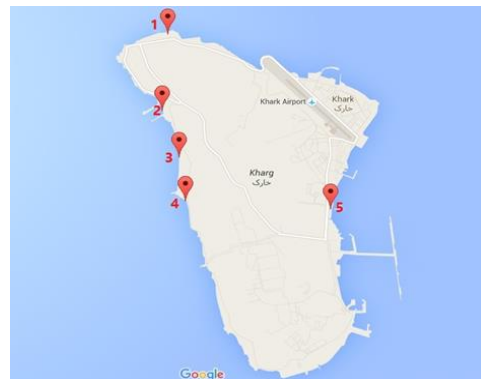
می‌شوند (Chan و همکاران، ۲۰۰۹). بارناکل‌ها هم از نظر اکولوژیکی و هم از نظر اقتصادی حائز اهمیتند و هم‌چنین در فراوانی ساختار جمعیت موجودات دیگر مناطق بین جزر و مدی اثر گذاشته و برای تعدیل اکولوژیکی اکوسیستم‌های نزدیک ساحلی حیاتی هستند (Chan و همکاران، ۲۰۰۹). تا سال ۲۰۱۱ در جهان حدود ۱۲۲۰ گونه بارناکل شناسایی شده است. در خلیج فارس و دریای عمان تاکنون ۴۳ گونه بارناکل شناسایی شده است که ۳۳ گونه در خلیج فارس و ۲۶ گونه در دریای عمان حضور دارند (Shahdadi و همکاران، ۲۰۱۴). از جمله مطالعات اخیر روی کشتی چسب‌ها می‌توان به مطالعه Nasrolahi (۲۰۰۷) و شهدادی (۱۳۸۵) اشاره کرد که این مطالعات به ترتیب مربوط به زیست‌شناسی تولیدمثل گونه *Balanus improvises* در دریای خزر و زیست‌شناسی لارو *Chirona (Striatobalanus) amaryllis* در خلیج فارس و تاکسونومی و جغرافیای زیستی کشتی چسب‌های خلیج فارس و دریای عمان می‌باشند. شهدادی و همکاران (۲۰۱۱) به مطالعه برخی ویژگی‌های تولیدمثلی و جمعیتی کشتی چسب گونه *Amphibalanus amphitrite* در ناحیه بین جزر و مدی سواحل بندر عباس پرداختند. در این تحقیق، تاکسونومی و جغرافیای زیستی کشتی چسب‌های مناطق بین جزر و مدی خلیج فارس و خلیج عمان را بررسی و ۱۵ گونه از ۶ خانواده که شامل *Lepadidae*، *Chthamalidae*، *Balanidae* و *Tetraclitidae*، *Archaeobalanidae*، *Chelonibiidae* تشخیص داده شد. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۴) بارناکل‌های ناحیه جزر و مدی جزیره هرمز را بررسی و گونه‌های *Amphibalanus venustus*، *Stratabalanus amaralis amphitrite*، *Tetraclita Microeuraphia permitini*، *Chthamalus barnesi rufotincta* را شناسایی و معرفی کرد. از آنجایی که دنیای شگفت انگیز بارناکل‌ها دارای جنبه‌های قابل بررسی وسیعی می‌باشد و نیازمند سال‌ها تلاش مداوم و خستگی‌ناپذیر عده کثیری از محققین است. امید است نتایج این مطالعه گامی در جهت افزایش شناخت بارناکل‌ها باشد. تشخیص افتراقی بارناکل‌های مناطق بین جزر و مدی جزیره خارگ با استفاده از مطالعه پوسته آن‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) تاکنون انجام نشده، لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی دقیق ساختار و تزئینات سطح صدف، نمونه‌های بارناکل جمع‌آوری شده از مناطق بین جزر و مدی جزیره خارگ با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ایستگاه‌های مورد مطالعه: به‌منظور انجام این تحقیق در اطراف جزیره خارگ، ۵ ایستگاه در نظر گرفته شد و موقعیت جغرافیایی آن‌ها با GPS ثبت گردید (جدول ۱، شکل ۱).

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در مناطق

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	طول جغرافیایی (°E)	عرض جغرافیایی (°N)
۱	پلاژ کارمندی	۵۰°:۱۷':۲۹۲"	۲۹°:۱۶':۳۸۳"
۲	جاده ارتیک	۵۰°:۱۷':۵۰۴"	۲۹°:۱۵':۴۸۵"
۳	جاده سنتافی	۵۰°:۱۷':۷۱۰"	۲۹°:۱۵':۱۹۶"
۴	اسکله دایبو	۵۰°:۱۷':۷۵۵"	۲۹°:۱۴':۵۲۶"
۵	پارک فرفره	۵۰°:۱۹':۵۷۹"	۲۹°:۱۴':۳۰۱"



شکل ۱: عکس ماهواره‌ای از ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جزیره خارگ

روش نمونه‌برداری: نمونه‌برداری در ایستگاه‌های مورد نظر بر اساس جدول جزر و مد منطقه و در زمان جزر کامل در اواسط زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵ و در هر فصل یک‌بار انجام گرفت. نمونه‌برداری در هر ایستگاه از نواحی پایین‌دست، میانی و بالادست به کمک چکش، قلم و کاردک از بسترهای صخره‌ای و یا اجسام معلق بر روی آن‌ها صورت پذیرفت. ناحیه بالادست در هنگام جزر آب در بالاترین حالت ممکن قرار گرفته و ساختار ماسه‌ای دارد. ناحیه پایین‌دست قسمتی است که در هنگام مد آب بیش‌ترین عقب‌نشینی را داشته است و دارای ساختار سنگی است، مابین ناحیه بالادست و پایین‌دست ناحیه میانی است که دارای ساختار گلی است. نمونه‌ها پس از جداسازی در ظروف نمونه‌برداری قرار داده شد و اطلاعات مربوط به هر یک از نمونه‌ها شامل زمان نمونه‌برداری، ایستگاه نمونه‌برداری شده و ناحیه‌های پایین دست، میانی و بالادست بر روی ظرف ثبت گردید. سپس، نمونه‌ها

بلافاصله منجمد شده و به آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده علوم و فنون دریایی تهران شمال منتقل شدند. در آزمایشگاه پس از یخ زدایی، با استفاده از سوآپ، آب و دستمال تمیز شده و با قرار دادن مقیاس مناسب برای هر کدام عکس‌برداری به صورت جداگانه صورت گرفت. شناسایی بارناکل‌ها با استفاده از کلید شناسایی معتبر (شهادی، ۱۳۸۵) و به کمک استریومیکروسکوپ و براساس پارامترهای موثر در شناسایی بارناکل‌ها نظیر اندازه، شکل صدف، نوع دهانه، رنگ نمونه و موقعیت tergum و scutum صورت پذیرفت (شهادی، ۱۳۸۵). هم‌چنین، ساختار پوسته نمونه‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی مطالعه شد. به منظور تایید نهایی، نمونه‌های شناسایی شده با نمونه‌های تیپ موجود در موزه جانورشناسی دانشگاه تهران مورد شناسایی و تایید نهایی قرار گرفتند.

نتایج

براساس نتایج مطالعه حاضر، ۳ گونه بارناکل از راسته Sessilia شناسایی شد. بارناکل‌های شناسایی شده متعلق به ۳ خانواده Chthamalidae، Balanidae و Tetracitidae بودند. گونه‌های شناسایی شده شامل *Amphibalanus amphitrite* (Darwin 1854) *Tetracitita* و *Chthamalus barnesi* (Achtuv & Safriel, 1980) *Amphibalanus amphitrite* بودند. گونه *rufotincta* (Pilsbry, 1916) بیش‌ترین حضور و گونه *Chthamalus barnesi* کم‌ترین حضور را در دو فصل زمستان ۹۴ و بهار ۹۵ در ایستگاه‌های مورد مطالعه داشتند. هیچ‌کدام از گونه‌های شناسایی شده در نواحی پایین‌دست ایستگاه‌های مورد مطالعه مشاهده نشدند. گونه *Amphibalanus amphitrite* در نواحی بالادست همه ایستگاه‌ها و میان‌دست ایستگاه‌های جاده سنتافی و پارک فرفره و گونه *Tetracitita rufotincta* در نواحی بالادست و میانی ایستگاه جاده ارتیک و ناحیه بالادست ایستگاه‌های جاده سنتافی و پارک فرفره در دو فصل زمستان ۹۴ و بهار ۹۵ حضور داشت. گونه *Chthamalus barnesi* در ناحیه بالادست ایستگاه پلاژ کارمندی در زمستان ۹۴ مشاهده شد. ایستگاه‌های جاده سنتافی و پارک فرفره بیش‌ترین حضور بارناکل‌ها و ایستگاه اسکله دایبو کم‌ترین حضور آن‌ها را نشان داد (جدول ۲).

جدول ۲: حضور بارناکل‌های شناسایی شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه در جزیره خارگ در زمستان ۱۳۹۴ و بهار ۱۳۹۵

فصل	گونه	اسکله دایبو			پلاژ کارمندی			جاده ارتیک			جاده سنتافی			پارک فرفره		
		L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
زمستان ۱۳۹۴	<i>Chthamalus barnesi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+
	<i>Tetracitita rufotincta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
بهار ۱۳۹۵	<i>Chthamalus barnesi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+
	<i>Tetracitita rufotincta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



۱۲-۱۶ ستیغ برای این عضلات بود. برجستگی مفصلی سینوسی یا زاویه‌دار و حفره عضلات جمع‌کننده بیضی شکل و عمیق بود. دارای چهار تا شش ستیغ اولیه و تعداد زیادی ستیغ ثانویه برای عضلات کشنده جانبی داشت. عرض tergum بیش‌تر از نصف طول آن و دارای پنج تا هفت ستیغ بود. لب دارای شکاف کم‌عمق در وسط و فاقد دندان در ستیغ‌های دو طرف و هم‌چنین پوشیده از خارهای کوچک بود (شکل ۲). بررسی میکروسکوپ الکترونی نشان داد صفحات پوسته به هم‌دیگر فشرده شده و شیار واضحی بین صفحات مشاهده نشد. سطح صفحات پوسته دارای تزیینات شعاعی کم‌عمق بود (شکل ۲).



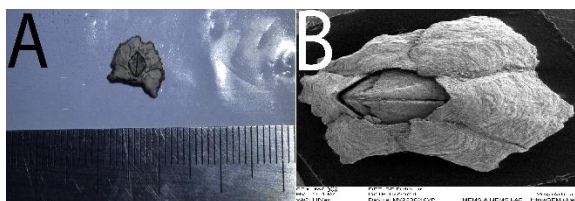
شکل ۲: گونه *Tetraclita rufotincta*. تصویر مربوط به محیط (A)، تصویر در آزمایشگاه (هر درجه یک میلی‌متر را نشان می‌دهد) (B)؛ تصویر میکروسکوپ الکترونی با بزرگ‌نمایی ۵۰x (C)

یا سفید همراه با خطوط طولی ارغوانی یا صورتی بود. radii عریض و مایل بوده و در scutum خطوط رشد برجسته و مشخص بودند. بررسی توسط میکروسکوپ الکترونی برجستگی‌های جمع‌کننده و مفصلی تقریباً بلند و جدا از هم را نشان داد (شکل ۳).



شکل ۳: گونه *Amphibalanus amphitrite*. تصویر در محیط (A)؛ تصویر در آزمایشگاه (هر درجه یک میلی‌متر را نشان می‌دهد) (B)؛ تصویر میکروسکوپ الکترونی با بزرگ‌نمایی ۵۰x (C)

از Tergum تقریباً صاف و دارای شیار articular عمیق است. لبه‌های scutum تمایل به سمت داخل داشت. Pecten آرواره ریز و دندانه‌های موجود در آرواره پایین ۲-۳ عدد و بزرگ بودند. بررسی با میکروسکوپ الکترونی ۶ صفحه کامل با مرز مشخص را در پوسته نشان داد. خطوط رشد در صفحات پوسته و tergum و scutum واضح بودند (شکل ۴).



شکل ۴: گونه *Chthamalus barnesi*. تصویر در آزمایشگاه (هر درجه یک میلی‌متر را نشان می‌دهد) (A)؛ در زیر میکروسکوپ الکترونی با بزرگ‌نمایی ۵۰x (B)

مشخصات گونه‌های شناسایی شده به شرح زیر است:

گونه *Tetraclita rufotincta* (Pilsbry, 1916): این گونه متعلق

به رده Hexanauplia، راسته Sessilia و خانواده Tetraclitidae است. قطر پوسته ۱۵/۳ تا ۳۲/۸ میلی‌متر، رنگ آن خاکستری و شکل صدف مخروطی تا استوانه‌ای بود. دیواره پوسته حجیم و بزرگ و قاعده آهکی و نازک داشت. ارتفاع scutum مساوی و یا بیش‌تر از عرض آن و حاشیه occludent در آن ۱۰-۶ دندان مایل داشت. حاشیه قاعده‌ها نیز محدب بود. در scutum برجستگی‌های بزرگ، زاویه‌دار و سینوسی وجود داشت و تا ستیغ‌های عضلات کشنده rostrum امتداد داشته و دارای

گونه *Amphibalanus amphitrite* (Darwin, 1854): این گونه

متعلق به رده Hexanauplia، راسته Sessilia و خانواده Balanidae است. قطر پوسته در حدود ۴/۲ تا ۱۳/۴ میلی‌متر و شکل آن مخروطی یا استوانه‌ای بود. پوسته به صورت صاف یا دانه‌دار و رنگ آن سفید و

گونه *Chthamalus barnesi* (Achtuv & Safrieli, 1980): این

گونه متعلق به رده Hexanauplia، راسته Sessilia و خانواده Chthamalidae است. پوسته به رنگ کرم و سطح آن تقریباً صاف و دارای خطوط متحدالمرکز و ظریف و طرح‌های رنگی چرخشی و طول آن ۶/۱ تا ۸/۶ میلی‌متر بود. scutum مثلثی شکل و radii توپر و حاشیه scutum

بحث

خلیج فارس یک منبع غنی از موجودات دریایی است. اکوسیستم این منطقه دارای کیفیت خوب برای زندگی بارناکل‌ها است. این سخت‌پوستان تنوع فوق‌العاده بالایی را از نظر ریخت‌شناسی از خود نشان می‌دهند و تنوع قابل توجهی را در آب‌های ساحلی نواحی گرمسیری به خود اختصاص می‌دهند، اما با این حال اطلاعات اندکی از زیست‌شناسی آن‌ها در دسترس می‌باشد (Chan, ۲۰۰۳). بارناکل‌ها موجوداتی منحصراً دریازی‌اند. اکثر بارناکل‌ها در سواحل کم‌عمق و منطقه جزر و مدی زندگی می‌کنند، اما برخی در عمق ۶۰۰ متر نیز یافت می‌شوند. حدود ۷۵٪ از گونه‌های بارناکل در عمق کم‌تر از ۱۰۰ متر و ۲۵٪ گونه‌ها در منطقه جزر و مدی زیست می‌کنند (Anderson, ۱۹۹۴).

گونه‌های شناسایی شده در تحقیق حاضر با گونه‌های شناسایی شده در کویت، جاسک، چابهار و جزیره هرمز که تا به حال شناسایی شده‌اند، مشترک می‌باشند (Shahdadi و همکاران، ۲۰۱۴). تنوع گونه‌هایی که در این تحقیق در جزیره خارگ شناسایی شد، نسبت به تنوع گونه‌هایی که در خلیج فارس و دریای عمان شناسایی شده، کم‌تر می‌باشد. در مطالعه حاضر ۳ گونه شناسایی شدند که متعلق به ۱ راسته، ۳ خانواده و ۳ جنس می‌باشند. بارناکل‌های شناسایی شده در مطالعه حاضر مربوط به رده Maxillopoda و راسته Sessilia و خانواده‌های Tetraclitinae و Chthamalidae بودند. راسته Sessilia واجد بارناکل‌هایی است که فاقد پایه‌اند و به تعداد فراوان به صخره‌ها و سطوح متفاوت متصل می‌شوند. اعضاء این راسته از طریق ساختار مخروطی کوچک که بر روی پایه‌ای ناصاف قرار دارد، قابل شناسایی هستند. تمامی این ساختارها از صفحات آهکی تشکیل می‌گردند (Shahdadi و همکاران، ۲۰۱۴). گونه‌های شناسایی شده در تحقیق حاضر *Amphibalanus amphitrite*، *Chthamalus barnesi* و *Tetraclita rufotincta* می‌باشند که این سه گونه برای اولین بار در جزیره خارگ گزارش می‌شوند.

گونه *Amphibalanus amphitrite* بیش‌ترین حضور و گونه *Chthamalus barnesi* کم‌ترین حضور را در دو فصل زمستان ۹۴ و بهار ۹۵ در ایستگاه‌های مورد مطالعه داشتند. هیچ‌کدام از گونه‌های شناسایی شده در نواحی پایین‌دست ایستگاه‌های مورد مطالعه مشاهده نشدند. ایستگاه‌های جاده سنتافی و پارک فریره بیش‌ترین حضور بارناکل‌ها و ایستگاه اسکله دایبو کم‌ترین حضور آن‌ها را نشان داد که احتمالاً به‌واسطه حضور پالایشگاه در مجاورت آن بود.

گونه *Amphibalanus amphitrite* در نواحی بالادست همه ایستگاه‌ها و میان‌دست ایستگاه‌های جاده سنتافی و پارک فریره در دو فصل زمستان ۹۴ و بهار ۹۵ حضور داشت. این گونه به‌دلیل تنوع

بسیار بالا توسط Pitombo (۲۰۰۴) مورد بررسی ساختاری و ژنتیکی قرار گرفت. شهدادی (۱۳۸۵) آن را در صخره‌های خلیج گواتر، رمین، چابهار و بندرلنگه شناسایی و گزارش نمود. گونه *Amphibalanus amphitrite* در مطالعه Stubbing (۱۹۶۱) در کویت، Utinomi (۱۹۶۹) در جزیره هرمز، Jones (۱۹۸۶) در کویت، cantell (۱۹۳۸) در خلیج فارس نیز گزارش شده است. هم‌چنین، این گونه توسط Utinomi (۱۹۶۹) در دریای عمان نیز گزارش شده است. بررسی توسط میکروسکوپ الکترونی در مطالعه حاضر، شش صفحه مجزا را در پوسته با برجستگی‌های جمع‌کننده و مفصلی تقریباً بلند و جدا از هم نشان داد.

در مطالعه حاضر، گونه *Chthamalus barnesi* فقط در ناحیه بالادست ایستگاه پلاژ کارمندی در زمستان ۹۴ مشاهده شد. این گونه در مطالعات Sari و Shahdadi (۲۰۱۱) در پارسیان و ناپند، Pilsbry (۱۹۱۶) در کویت و در خلیج فارس و دریای عمان، Shahdadi و همکاران (۲۰۱۴) در جاسک و چابهار گزارش شده است. بررسی با میکروسکوپ الکترونی در تحقیق حاضر ۶ صفحه کامل جدا از هم را در پوسته جانور نشان داد. هم‌چنین، خطوط رشد در صفحات پوسته واضح بوده و tergum و scutum واضح بودند. Barnes و Klepal (۱۹۷۵) ساختار دیواره گونه *Chthamalus depressus* را توسط میکروسکوپ الکترونی بررسی کردند. نتایج نشان داد صفحات پوسته توسط اپیکوتیکولی پوشیده شده که ساختاری شبیه اسپونژیت است. اپیکوتیکول به‌مقدار زیادی راه راه بوده و صفحات ساختار منظمی نداشته و دارای بیرون زدگی‌های شبه آتشفشان است.

در مطالعه حاضر، گونه *Tetraclita rufotincta* در نواحی بالادست و میانی ایستگاه جاده ارتیک و ناحیه بالادست ایستگاه‌های جاده سنتافی و پارک فریره در دو فصل زمستان ۹۴ و بهار ۹۵ مشاهده شد. این گونه در مطالعه Utinomi (۱۹۶۹) و Pilsbry (۱۹۱۶) در جزیره هرمز واقع در خلیج فارس و دریای عمان نیز گزارش شده است. بررسی میکروسکوپ الکترونی در مطالعه حاضر نشان داد صفحات پوسته این گونه به‌هم فشرده شده و شیار واضحی بین صفحات پوسته مشاهده نشده و ساختاری یک‌پارچه دارد. تزئینات شعاعی کم‌عمق بر سطح صفحات پوسته قابل مشاهده بود.

گونه‌های شناسایی شده در تحقیق حاضر با گونه‌های گزارش شده در نزدیک‌ترین خط ساحلی آن یعنی بوشهر دارای تفاوت‌هایی از نظر تنوع گونه‌بوده و در داشتن این ۳ گونه مشترک هستند (Shahdadi و همکاران ۲۰۱۴). در مطالعه حاضر، بیش‌ترین حضور گونه‌های بارناکل در سواحل صخره‌ای جزیره خارگ مربوط به ناحیه بالای بین جزر و مدی در هر ایستگاه مورد مطالعه بود. در این مطالعه ۳ گونه شناسایی شدند که متعلق به ۱ راسته، ۳ خانواده و ۳ جنس بودند. از



۱۴. Nasrolahi, A.; Farahani, F. and Saifabadi, S., 2012. Effect of salinity on larval development and survival of the Caspian Sea barnacle, *Balanus improvisus* Darwin (1854). *Journal of Biological Science*. Vol. 6, pp. 1103-1107.
۱۵. Nasrolahi, A., 2007. Stress ecology: interactive effect of temperature and salinity on early life stages of barnacle, *Amphibalanus improvisus* (Doctoral dissertation, Universität zu Kiel).
۱۶. Nilsson-Cantell, C.A., 1938. Cirripedes from the Indian Ocean in the collections of the Indian Museum, Calcutta. *Memoirs of the Indian Museum*. Vol. 13, pp: 1-81.
۱۷. Pilsbry, H.A., 1916. The sessile barnacles (Cirripedia) contained in the collection of the U.S. National Museum; including a monograph of the American species. *Bulltin of United State National Museum*. Vol. 93, pp: 1-366.
۱۸. Pitombo, F.B., 2004. Phylogenetic analysis of the Balanidae (Cirripedia, Balanomorph). *Zoologica Scripta*. Vol. 33, pp: 261-276.
۱۹. Rainbow, P.S., 2007. Trace metal bioaccumulation: Models, metabolic availability and toxicity. *Environment International*. Vol. 33, pp: 576-582.
۲۰. Ross, P.M.; Burrows, M.T.; Hawkins, S.J.; Southward, A.J. and Ryan, K.P., 2003. A key for the identification of the nauplii of common barnacle of the British Isles, with emphasis on *Chthamalus*. *Journal of Crustacean Biology*. Vol. 23, pp: 328-340.
۲۱. Shahdadi, A. and Sari, A., 2011. Chthamalid barnacles (Cirripedia: Thoracica) of the Persian Gulf and Gulf of Oman, Iran. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. Vol. 91, pp: 745-753.
۲۲. Shahdadi, A.; Chan, B.K.K. and Sari, A., 2011 *Tetraclita ehsani* sp. (Cirripedia, Tetraclitidae), a common intertidal barnacle from the Gulf of Oman, Iran. *Zookeys*. Vol. 136, pp: 1-12.
۲۳. Shahdadi, A.; Sari, A. and Naderloo, R., 2014. A checklist of the barnacles (Crustacea: Cirripedia: Thoracica) of the Persian Gulf and Gulf of Oman with nine new records. *Journal of Zootaxa*. Vol. 3784, pp: 201-223.
۲۴. Stubbings, H.G., 1961. Some Cirripedia from the Persian Gulf. *Annals and Magazine of Natural History*, Series 13. Vol. 4, pp: 171-176.
۲۵. Tahir, M.M.; Khurshid, M.; Khan, M.Z.; Abbasi, M.K. and Kazmi, M.H., 2011. Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. *Pedosphere*. Vol. 21, pp: 124-131.
۲۶. Utinomi, H., 1969. Cirripedia of the Iranian Gulf. *Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening*. Vol. 132, pp: 79-94.

آن‌جایی که بررسی ساختار پوسته بارناکل‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی به‌مقدار اندکی بررسی شده است، گزارش حاضر نشان داد این ابزار می‌تواند بررسی دقیق‌تری از تزئینات و ساختار دقیق پوسته را نشان دهد.

منابع

۱. ابراهیمی‌نیارکی، ف؛ عیدی، م. و اشجع‌اردلان، ا.، ۱۳۹۴. شناسایی بارناکل‌های ناحیه بین جزر و مدی در جزیره هرمز، خلیج فارس. دانش زیستی ایران. جلد ۱۰، شماره ۳، صفحات ۱۹ تا ۲۶.
۲. سرفراز، ع. و تیموری، م.، ۱۳۸۸. خلیج فارس براساس مطالعات باستان‌شناسی. باغ نظر. سال ۶، شماره ۱۱، صفحات ۲۹ تا ۵۲.
۳. سواری، ر؛ شهدادی، ع. و کامرانی، ا.، ۱۳۹۱. مطالعه برخی ویژگی‌های تولیدمثلی و جمعیتی کشتی‌چسب (Barnacles) گونه *Amphibalanus amphirite* در ناحیه بین جزر و مدی سواحل خلیج فارس، بندرعباس. فصلنامه بوم‌شناسی آبزیان. سال ۱، شماره ۲۷، صفحات ۴۲ تا ۴۴.
۴. شهدادی، ع.، ۱۳۸۵. تاکسونومی و جغرافیای زیستی کشتی‌چسب‌ها (Crustacea: Cirripedia) بین ناحیه جزر و مدی خلیج فارس و خلیج عمان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، علوم جانوری - بیوسیستماتیک جانوری، دانشگاه تهران.
۵. Anderson, D.T., 1994. Barnacles: Structure, function, development and evolution. Chapman & Hall, London. 357 p.
۶. Blackmore, G., 1998. Temporal and spatial biomonitoring of heavy metals in Hong Kong coastal waters using *Tetraclita squamosal*. *Environ. Pollut.* Vol. 106, pp: 273-283.
۷. Chan, B.B.K.; Prabowe, R.E. and Lee, K.s., 2009. Crustacean fauna of Taiwan: barnacles, Vol 1-Cirripedia: Thoracica excluding the Pyrgomatidae and Acatinae. Taiwan: National Taiwan Ocean University Press. 298 p.
۸. Chan, B.B.K., 2003. Studies on *Tetraclita squamosal* and *Tetraclita japonica* (Cirripedia: Thoracica): Larval morphology and development. *Journal of Crustacean Biology*. Vol. 23, pp: 522-547.
۹. Jones, D.A., 1986. A field guide to the sea shore of Kuwait and the Arabian Gulf. University of Kuwait. 192 p.
۱۰. Klepal, W. and Barnes, H., 1975. A histological and scanning electron microscope study of the formation of the wall plates in *Chthamalus depressus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 20, pp: 183-189.
۱۱. Klepal, W. and Barnes, H., 1975. The Structure of the wall plate in *Chthamalus depressus*. North-Holland Publishing Company. Vol. 20, pp: 265-285.
۱۲. Marechal, J.P. and Hellio, C., 2011. Antifouling activity against barnacle cypris larvae: do target species matter (*Amphibalanus amphirite* versus *Semibalanus balanoides*)? *Int Biodeterior Biodegrad.* Vol. 65, pp: 92-101.
۱۳. Matsuno, A. and Hirota, S., 1989. Ultrastructural investigations on the muscular systems in the barnacle, *Tetraclita squamosal japonica*. *Tissue and Cell*. Vol. 21, pp: 863-874.

